



傅其蔼 喻德顺 编

真空实型铸造



新时代出版社

真空实型铸造

傅其嵩 喻德顺 编

新时代出版社

内 容 简 介

本书从实际运用出发,通过典型实例,介绍了一种新型的铸造工艺——真空实型铸造。

全书共分十四部分,主要介绍了真空实型铸造的工艺原理、工艺过程、工艺装置、工艺材料、有关工艺参数、有关技术、有关机理探讨、容易出现的疵病及发展概况等。

本书通俗易懂,图文并茂,可供从事铸造专业有关科技人员阅读与参考,也可作为有关院校的教学参考书。

真 空 实 型 铸 造

傅其嵩 喻德顺 编

责任编辑 唐朝瑛

机械工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

787×1092毫米 32开本 7.125印张 154千字

1991年5月第1版 1991年5月北京第1次印刷

印数: 1,300册

ISBN 7-5042-0029-8/TG·1 定价: 5.15元

前 言

真空实型铸造于1976年后在我国出现。它是将真空密封造型法与实型铸造进行工艺嫁接而形成的一种新的铸造法，即利用了真空密封造型法中用真空物理手段使铸型紧实的造型原理，同时吸收了实型铸造中用泡沫塑料气化模整体埋型、不起模就浇注的工艺方法。因而，它保留了真空密封造型法和实型铸造的主要优点，克服了它们各自的缺点和局限性。

真空实型铸造工艺设备简单，工艺操作简便灵活，对铸件的适应性较强，铸件质量可靠，适用于品种多、几何形状复杂的单件或大批量铸件生产采用。它的出现曾引起过国内铸造工作者的关注。目前，除中国科学院光电技术研究所和长春光机所外，国内不少机械工厂也已先后将这一工艺成功地用于生产，积累了许多成熟的经验。

国外出现真空实型铸造比我国早，70年代初期就已获得专利。但由于各自存在问题，以致在它们出现后的十年里，都未在生产上得到应用。然而，近年来这方面的报导多起来了。如英国铸钢研究贸易协会 (SCRTA) 研究成功的 *The Replicast* 法、西德帕沙沃特工厂 (*Passavant Werke*) 采用的 *full mold process under low vacuum*，其工艺实质和我国真空实型铸造完全一样。美国福特汽车公司 (*Ford motor co.*) 也用该法大量生产铝合金汽缸盖这类复杂的承压铸件，并已采用了机器人进行填砂操作。

可以预料，随着工艺水平的提高，真空实型铸造将

IV

会有一个新的发展。为了促进该工艺在国内的推广应用，我们比较系统地总结了近年来在这方面的实践经验，并参阅国内外有关文献资料，编写了这本册子。

全书的编写、审校工作由傅宾蒿（国营洪都机械厂）、喻德顺（石油部第三石油机械厂）两同志完成，孙宏敏（中国科学院光电技术研究所）同志在工艺装置、铸件结构章节中参加过部分写作。

在整个编写过程中，得到了中国科学院光电技术研究所和锦西化工机械厂有关同志的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，对这项新工艺的认识还比较肤浅，错误之处在所难免，恳切希望同志们批评指正。

作 者

一九八五年七月

目 录

一、工艺原理.....	1
二、工艺过程.....	3
三、工艺优点.....	6
四、适用性及经济效果.....	11
五、工艺材料.....	18
六、工艺装置.....	38
七、工艺技术.....	56
八、工艺参数	110
九、工艺实例	129
十、铸型成型机理的研究与探讨	143
十一、聚苯乙烯泡沫塑料模型的分解气化	163
十二、工艺方法对铸件质量的影响	176
十三、铸造缺陷分析	190
十四、真空实型铸造发展概况	199
参考文献	219

一、工艺原理

到现在为止，我们可以将造型技术分为三代。手工造型或是机器造型，这种依靠机械力作用紧实砂型的方法称为第一代造型法，也就是所谓的机械成型时代。第二代是化学成型时代。它不依靠机械力的直接作用，而是靠造型材料本身的化学反应硬化得到坚固的铸型。目前国内外广泛使用的有冷固和热芯盒树脂砂、水玻璃二氧化碳法、双快水泥砂等。尽管后者与前者比，体力劳动轻、劳动生产率高，但仍然存在着清砂费力、旧砂回用困难、环境污染严重等问题。第三代造型法是物理成型法，它是利用诸如真空、重力、磁力和冷冻等物理手段来制作铸型的方法。与传统的铸造工艺比较，第三代造型法是技术概念全新的一种造型法。造型技术新的分类法如图1-1所示。

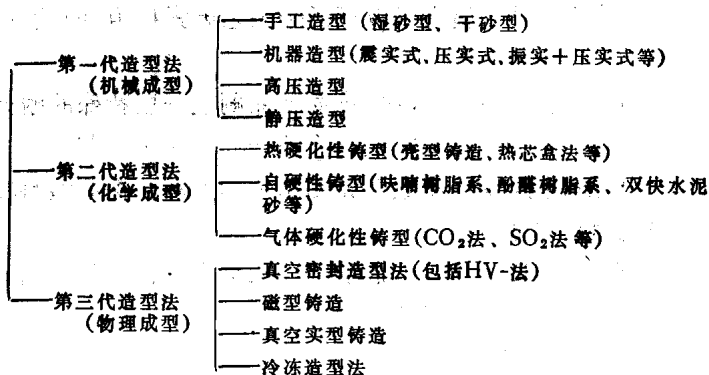


图1-1 造型技术新的分类法

真空实型铸造是将真空密封造型法、实型铸造和磁型铸造等新工艺进行“工艺嫁接”而产生的一种新的铸造方法。不言而喻，它是属于利用物理手段使型料紧固成型的第三代造型法。它的工艺特点主要表现在“真空”和“实型”两个方面。“真空”，即利用真空泵将砂箱内型料间的空气抽走，使密封的砂箱内部处于负压状态，于是，砂箱内部与外部产生一定的压差。在此压差的作用下，砂箱内松散流动的干型料便紧固成坚硬的铸型，并具有足够高的抵抗金属压力的抗压和抗剪强度。“实型”，即利用泡沫塑料作模型材料，制作成与所需铸件外形轮廓和尺寸完全相同的气化模，实体埋型后，在抽真空和不起模的情况下进行浇注。泡沫塑料气化模在高温金属液的热冲击下，迅速分解气化，金属液取代气化模的位置，凝固冷却后得到铸件。

简言之，真空实型铸造是将泡沫塑料气化模置于可抽真空的特制砂箱内，填入不含粘结剂和水分的单一型料，再用塑料薄膜覆盖箱口，然后抽真空；在不起模和抽真空的情况下浇注就可得到铸件的铸造方法。

该法成功的关键在于以下三个工艺因素相互配合的结果：

- 1) 在泡沫塑料模型的外表面涂刷上一层特殊的耐火涂层，这是用真空实型铸造获得光洁铸件的关键环节；
- 2) 采用振动力来紧实无粘结剂的型料，提高型料在模型四周的紧实度；
- 3) 从砂箱的侧面、底面或顶部抽真空，获得坚固的铸型，消除气化模气化后产生的烟雾。

二、工艺过程

真空实型铸造是一种操作非常简便的铸造方法。铸造技术变革带来的最直接的好处是，既减少了生产工序，同时也简化了各道工序的操作内容。

图2-1是真空实型铸造与砂型铸造生产工序的对比情况。

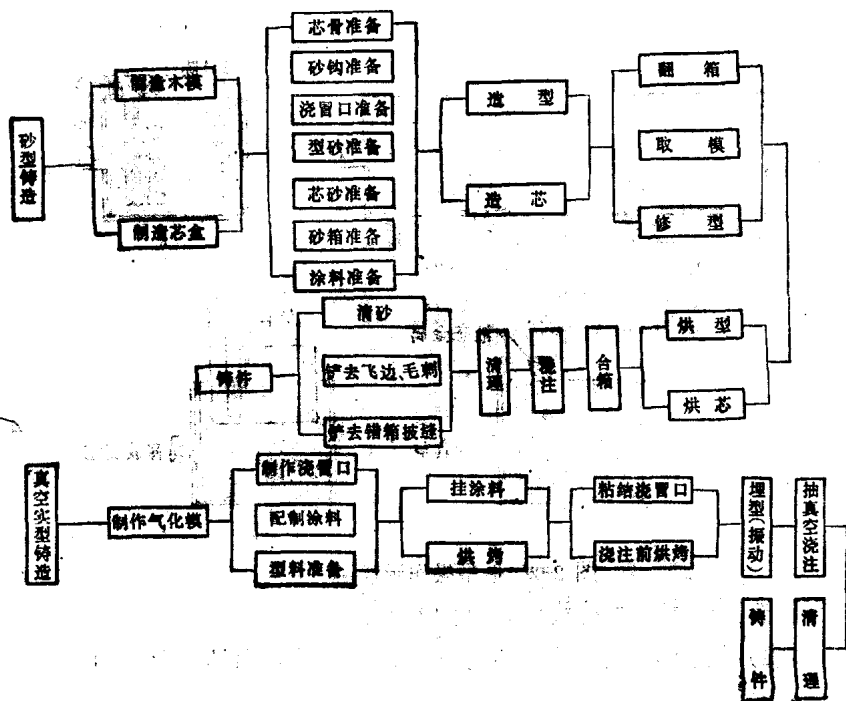


图 2-1 真空实型铸造与砂型铸造生产工序对比情况

可以看到，真空实型铸造的生产工序几乎比砂型铸造减少了一半。

至于各工序操作内容简化的情况，以造型作业为例来说明，见图2-2。操作顺序大致是：

- 1) 将可抽真空的特制砂箱置于振动工作台上，填入底砂（干石英砂或铁丸）、振实、刮平，见图2-2a；
- 2) 再将挂好涂料、并经烘干的泡沫塑料气化模放于底砂上，填满型料，微振适当时间，见图2-2b；
- 3) 刮平箱口，用塑料薄膜覆盖箱口后放上浇口杯。至此，

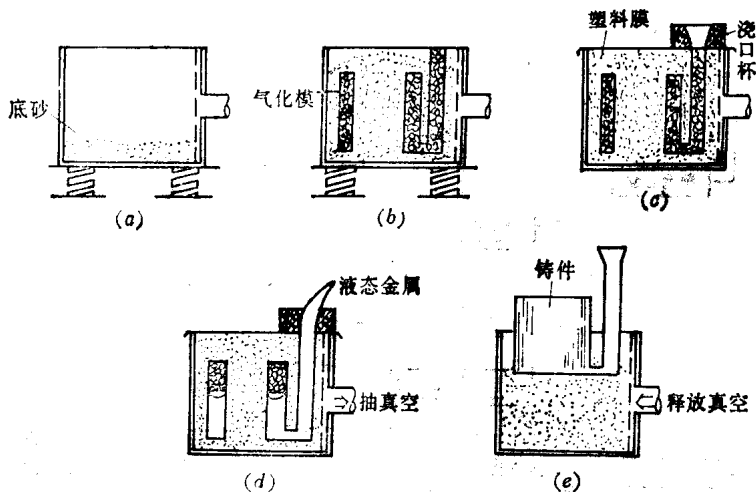


图 2-2 造型操作示意图

埋箱造型结束，等待浇注，见图2-2c；

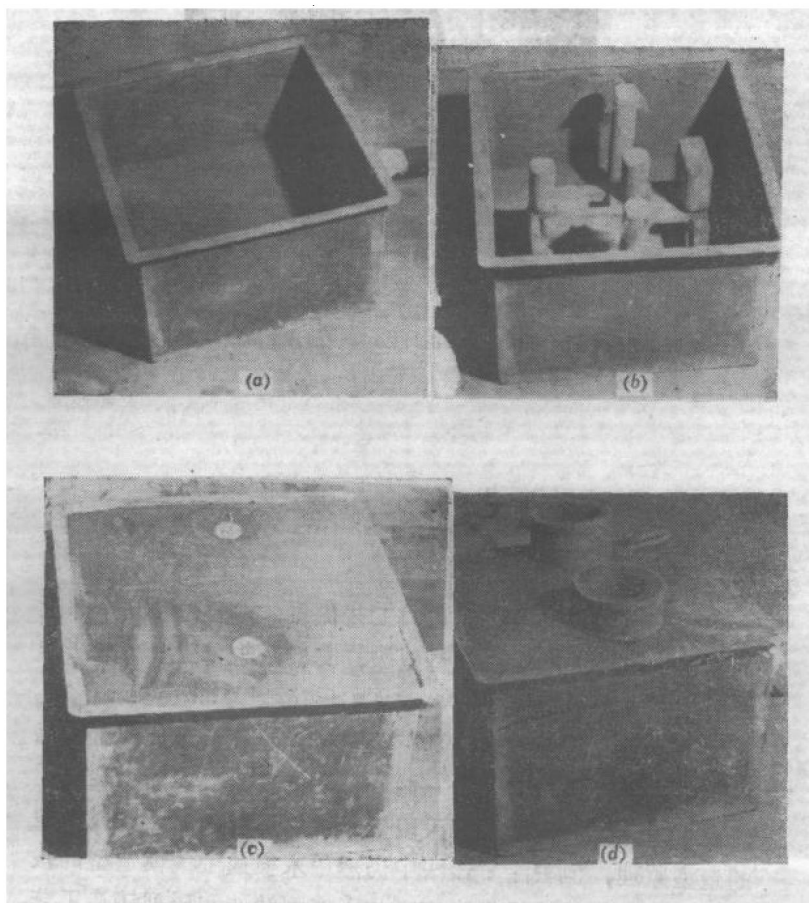
- 4) 接上抽气软管，启动真空泵，将砂箱内抽真空，型料紧固成型后进行浇注，见图2-2d；

- 5) 释放真空，待铸件冷凝后从松散的类型料中取出，见

图2-2e。

造型的实际操作过程，如图2-3所示。

生产工序的减少，操作内容的简化，为真空实型铸造提高生产率、减轻劳动强度创造了条件。



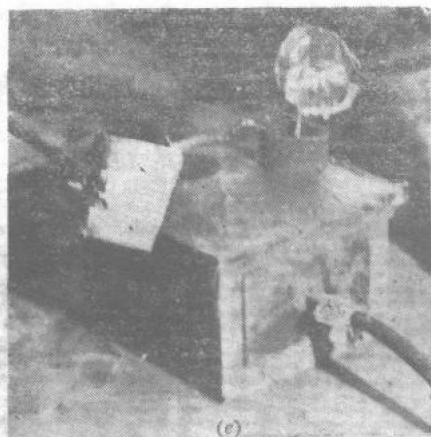


图 2-3 造型的实际操作过程

a—填入底砂；b—把模型放在底砂上；c—填满型砂后刮平箱口；d—用薄膜密封箱口，放上浇口杯；e—抽真空后进行浇注。

三、工艺优点

为了说明真空实型铸造的工艺优点，需要先和几个邻近的新铸造法——真空密封造型法、实型铸造和磁型铸造法作一对比（见图3-1）。

从示意图可以看到，真空实型铸造综合了这几种新工艺的优点，而克服、弥补了它们各自的不足。比如，它利用了真空密封造型法中用真空手段使松散流动的型料紧固成铸型的造型原理，但去除了该法中仍然用木模或金属模造型的拔模、下芯、合箱等操作；它吸收了实型铸造和磁型铸造工艺

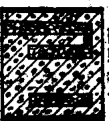
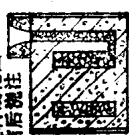
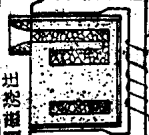
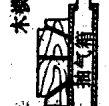
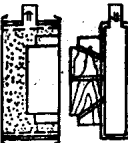
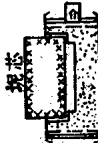
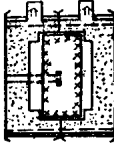
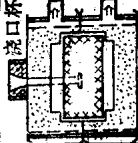
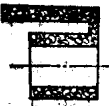
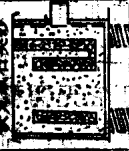
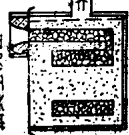
过程 方法	模 型	复 原	造 型	取 模	下 芯	合 箱	说 注
实型铸造	 泡沫塑料实体模		 冷硬砂 实体造型				 型料硬化后 浇注
磁型铸造	 泡沫塑料实体模		 铁丸 实体造型				 磁型 浇注
真空密封造型	 木模	 复压 抽真空	 地坑填石英砂 密封薄膜 抽真空	 抽真空	 浇芯 抽真空	 抽真空	 浇口杯 抽真空
真空实型铸造	 泡沫塑料实体模		 石英砂 抽真空				 抽真空浇注

图 3-1 真空实型铸造和实型铸造、磁型铸造、真空密封造型生产过程示意图

中用泡沫塑料气化模实体埋型，不起模就直接进行浇注的优点，而克服了实型铸造中型料需加粘结剂、需捣实、型料回收困难、打箱清理费劲的缺点，也克服了磁型铸造中铸件尺寸受磁极间距大小限制的缺点。可以说，真空实型铸造为进一步扩大实型铸造、磁型铸造和真空密封造型法的使用开辟了新途径，在生产实践中逐渐成为一种别具特色的新的铸造工艺方法。

如果与砂型铸造比较，会进一步加深我们对真空实型铸造工艺优点的认识和理解。在真空实型铸造中，用单一的型料取代了砂型铸造中多组分的型砂；用真空手段紧固铸型代替了繁重的手工捣砂劳动；用泡沫塑料气化模实体埋型取代了砂型铸造中的起模、修型、下芯、合箱等繁杂操作；用释放真空的简便操作使型料松散复原来代替人工打箱等沉重的体力劳动。

概括而言，真空实型铸造具有以下工艺优点：

1) 生产效率高

由于它无需配砂混砂；缩短了制模周期，模型制作没有芯盒和外型之分；简化了造型工序，省去了诸如分箱、起模、翻转铸型、修型、下芯和合箱等操作，打箱清理也很简单，容易实现一箱浇注多件、一浇口浇注多件。因此，提高了生产率，特别对单件、形状复杂的铸件，效果更显著。

2) 铸件尺寸精度高

它不产生由于分箱、起模、修型、下芯、合箱等操作所引起的铸件尺寸误差；由于铸型紧实度高，也不存在型壁移动引起的铸件尺寸误差。只要模型尺寸准确，埋型合理，就可得到尺寸精度高的铸件。对试验件进行尺寸检查的结果表明，此工艺生产的铸件加工划线时容易找正，加工量均匀，铸件各

相对尺寸误差小。

3) 铸件质量好

由于使用的是单一型料，所以由型砂造成的铸件缺陷较少；实体埋型，铸件无飞边毛刺；由于在真空状态下浇注，可及时抽走泡沫塑料气化模气化的产物。因此，铸铁件表面没有皱皮，铸钢件表面增碳减少，改善了实型铸造和磁型铸造时易产生的“实型缺陷”。

4) 工艺技术容易掌握，生产管理方便

真空实型铸造简化了模型制作工艺，简化了造型操作和工艺装备，使工艺技术容易掌握和普及。同时，使用单一型料，不用对造型材料进行日常性能检查，不存在造型材料回性和失性问题；也不存在模型的保管和大批砂箱的堆放问题，因而车间的生产管理工作大大简化。

5) 投资少，容易实现

由于生产工序少，各道工序操作简便，使工艺装备的品种和数量大为减少。真空实型铸造不用庞大的砂处理设备，用振动工作台代替了各种类型的造型设备，造型材料可以完全回收使用。因此，它投资少，容易实现。

6) 减轻了劳动强度，改善了作业环境

真空实型铸造不用手工捣砂，没有修型作业，不用人工打箱，从而大大地减轻了劳动强度。而且该法在浇注时产生的废气可通过密闭管道排放到车间外以进行净化处理，这样大大改善生产现场环境。

表3-1从13个方面将真空实型铸造与其它几种铸造方法作了比较。

我们知道，铸造行业一向存在温度高、砂尘高、劳动强度高、机械化程度低、劳动生产率低的所谓“三高二低”的状

表3-1 真空实型铸造与其它铸造方法的一般比较

比较项目	造型方法	砂型铸造	真空密封造型	磁型铸造	实型铸造	真空实型铸造
1	模型材料	木模、金属模等	木模、金属模等	泡沫塑料	泡沫塑料	泡沫塑料
2	模型制造	复杂	复杂	简单	简单	简单
3	造型材料	粘土型砂等	单一砂或铁丸	铁丸	自硬砂等	单一砂或铁丸
4	造型操作	工序多、复杂	工序多、较复杂	整体埋型、简单	整体埋型、简单	整体埋型、简单
5	铸型紧固方法	人工或机械捣实	微振+抽真空	微振+磁力	人工或机械捣实	微振+抽真空
6	制芯	需要	需要	不要	不要	不要
7	打箱落砂	人工或机械落砂	释放真空	停电停磁	人工或机械落砂	释放真空
8	旧砂回用	难	容易	容易	难	容易
9	工人劳动强度	大	较小	小	较小	小
10	铸件尺寸精度	一般	好	好	较好	好
11	铸件表面质量	一般	好	有实型缺陷	有实型缺陷	好
12	生产管理	复杂	一般	一般	一般	方便
13	机械化前景	一般	容易	容易	难	容易

况。通过上述的比较和生产实践表明，采用本工艺后，可以改善这种落后的面貌，因此真空实型铸造是一项有发展前途的铸造新工艺。

四、适用性及经济效果

1. 真空实型铸造的适用性

每种新的铸造方法出现都有它一定的使用范围。只有在这个范围内使用它，才可以充分发挥它的优势，得到满意的经济效果。真空密封造型法被认为是当前最先进的造型技术，在日本、欧、美非常盛行。但由于受到塑料薄膜延伸性能的限制，它多用于浇注一些结构扁平、轮廓凹凸起伏不大的铸件。对加工几何形状特别复杂的铸件还有一定困难。

下面从铸件材质、铸件大小、铸件生产批量和铸件结构等方面介绍真空实型铸造的适用性。

1) 对铸件材质的适用性

从生产实践来看，目前用真空实型铸造浇注过的铸件材质有普通铸钢、耐热合金钢、不锈钢、铁镍合金、普通铸铁、合金铸铁、球墨铸铁、铸铝合金和铸铜等。

一般来说，铸造车间常用的金属材料都可用真空实型铸造着浇注。尤其对铸钢件，用真空实型铸造可克服用实型铸造和磁型铸造时存在的表皮增碳问题。这是由于真空实型铸造在浇注时采用了强制抽真空的措施，使含高温游离碳的气化产物排出，从而使铸钢件表面增碳量被控制到最低限度。比如，锦西化工机械厂用该法浇注的不锈钢铸件，表面增碳可控制在 $0.02 \sim 0.04\%$ ，渗碳深度也不超过 0.5mm 。因此可以认为，只要掌握住工艺特性，合理地控制冶炼钢水成分和